



DEUTSCHES  
PATENTAMT

Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

51 Int. Cl. 6:  
G 01 R 31/28

87 EP 0 371 662 B1

10 DE 689 18 242 T 2

21	Deutsches Aktenzeichen:	689 18 242.2
86	Europäisches Aktenzeichen:	89 311 909.9
86	Europäischer Anmeldetag:	16. 11. 89
87	Erstveröffentlichung durch das EPA:	6. 6. 90
87	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	14. 9. 94
47	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	13. 4. 95

30 Unionspriorität: 32 33 31

28.11.88 US 276742

73 Patentinhaber:

AT & T Corp., New York, N.Y., US

74 Vertreter:

Blumbach, P., Dipl.-Ing., 65193 Wiesbaden; Weser,  
W., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 81245  
München; Bergen, P., Dipl.-Ing. Dr.jur., Pat.-Ass.,  
65193 Wiesbaden; Kramer, R., Dipl.-Ing., 81245  
München; Zwirner, G., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.,  
65193 Wiesbaden; Hoffmann, E., Dipl.-Ing., 82166  
Gräfelfing; Herden, A., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat.,  
Pat.-Anwälte, 65193 Wiesbaden

84 Benannte Vertragsstaaten:

CH, DE, FR, GB, IT, LI, NL, SE

72 Erfinder:

Fuller, Richard C., Fair Haven New Jersey 07704, US;  
Gentles, Thomas A., Freehold New Jersey 07728,  
US; Lewandowski, Mark, Aberdeen New Jersey  
07747, US

54 Ferntest von Leiterschleifen mit einem Transhybridsignal.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 689 18 242 T 2

DE 689 18 242 T 2

Die Erfindung betrifft eine Prüfvorrichtung und Verfahren zur Prüfung einer zweiadrigen Fernsprechleitung.

Bei metallischen Fernsprechleitungen treten von Zeit zu Zeit eine Reihe von Fehlern auf, die detektiert, geortet und repariert werden müssen. Insbesondere kann es sich bei diesen Fehlern um einseitige oder zweiseitige Fehler handeln. Einseitige Fehler liegen vor, wenn entweder die A- oder B-Ader eines Leitungspaares eines Kabels offen oder mit Masse kurzgeschlossen ist. Zweiseitige Fehler liegen vor, wenn sowohl die A- als auch die B-Ader des Leitungspaares miteinander oder bezüglich Masse kurzgeschlossen sind, oder wenn beide offen (unterbrochen) sind. Diese Fehler können sich aus Herstellungsfehlern oder häufiger aus einer physikalischen Beschädigung ergeben, die während eines Kabeleinsatzes auftritt.

Der Aufsatz mit dem Titel "Location Cable Faults" von C. A. Maloney, IEEE Transactions on Industry Applications, Juli/August 1973, Seiten 380-394, (insbesondere Seiten 385 und 386) ist stellvertretend für bekannte Verfahren, die angewendet werden, um widerstandsbehaftete Shunt-Fehler oder Nebenschlußfehler zu orten. Herkömmliche Verfahren und gewöhnliche Varianten dazu benutzen Brückentyp-Messungen, um Ausgangsspannungen zu erzeugen, die ein Maß für den elektrischen Abstand zu dem Fehler darstellen. Eine Brückenmessung macht die Interaktion mit einem Facharbeiter zum Beeinflussen von Brückensteuerungen notwendig, um einen symmetrischen oder abgeglichenen Brückenzustand zu bewirken. Solche Prozeduren sind zwar befriedigend für einige gegenwärtige Anwendungen, wie z.B. Fehlerortungsaktivitäten, sie sind aber nicht mit dem Bedürfnis vereinbar, den Aufwand an manueller Tätigkeit zu reduzieren, die notwendig ist, Netzwerke zu betreiben, zu

verwalten und zu warten, indem man den Arbeitsfluß von dem Zeitpunkt, zu dem ein Kunde über Schwierigkeiten berichtet, bis zu dem Zeitpunkt, zu dem der Dienst wiederhergestellt wird, automatisiert.

Genauer ausgedrückt, wird fast die Hälfte der Kosten für jeden Schaltkreis für die Verwaltung der Ausrüstung, Verbindungsleitungen und Einrichtungsoperationen verwendet. Selbstverständlich wird eine Verringerung der manuellen Tätigkeit, die zum Prüfen einer Schaltung erforderlich ist, und eine Verbesserung der Produktivität bei dem Fachpersonals helfen, diese hohen Kosten zu reduzieren.

Gemäß einem Gesichtspunkt der Erfindung wird eine Prüfvorrichtung geschaffen, die in Anspruch 1 umschrieben ist.

Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der Erfindung wird ein Verfahren verfügbar gemacht, das in Anspruch 6 umschrieben ist.

Die Erfindung ermöglicht es, offene Amtsleitungen oder Leitungsunterbrechungen, Kurzschlüsse, Erdschlüsse und das Vorhandensein von Lastspulen in metallischen Amtsleitungen zu detektieren, ohne daß eine direkte metallische Verbindung zwischen der Prüfeinrichtung und der metallischen Schleife oder Leitung erforderlich ist.

Kurz zusammengefaßt, wird ein Prüfsignal in digitaler Form auf einem Übertragungsweg zu einem spezifischen Teilnehmerziel übertragen. Der Übertragungsweg kann eine Lichtleitfaser, eine Funkverbindung oder dergleichen sein. Durch Bezeichnen eines speziellen Teilnehmerzielorts wird eine besondere metallische Schleife oder Fernsprechleitung, die zu prüfen ist, automatisch identifiziert. Nachdem der Stromkreis für die gewünschte metallische Leitung aufgebaut worden ist, identifizieren übertragene digitale Signale das analoge Signal, das von einem Analog-Digital-Wandler zur Übertragung über die drahtgebundene Schleife erzeugt werden soll. Das analoge, von dem Analog-Digital-Wandler erzeugte Signal besitzt eine besondere Frequenz und eine

vorbestimmte Amplitude. Bei diesem analogen Signal handelt es sich um das Prüfsignal.

Das Prüfsignal wird über die drahtgebundene Schleife oder Fernsprechleitung zu dem Gelände des Teilnehmers übertragen, wobei bei dieser Übertragung zu dem Gelände des Teilnehmers eine Diskontinuität in der Leitung, beispielsweise eine offene Leitung, ein Kurzschluß, ein Erdschluß oder eine Belastungsspule bewirkt, daß ein Teil des Prüfsignals rückreflektiert oder zum Analog-Digital-Wandler zurückübertragen wird.

Das rückreflektierte Signal wird nach dem Erreichen des Analog-Digital-Wandlers in sein digitales Äquivalent umgewandelt, wobei es in digitaler Form zu der Prüfausrüstung zurückübertragen wird. Es sei angemerkt, daß das zurückgerichtete Signal überwiegend die gleiche Frequenz wie das ursprüngliche Prüfsignal besitzt, aber eine Amplitude aufweist, die kleiner ist als die des ursprünglichen Prüfsignals. Die Prüfvorrichtung identifiziert das rückreflektierte Prüfsignal bezüglich seiner Frequenz und Dauer und registriert seine Amplitude und Phase bezüglich des übertragenen Prüfsignals. Die Prüfung wird mehrere Male wiederholt, und zwar jedes Mal mit einem Prüfsignal einer anderen Frequenz. Die übertragenen Prüfsignale und die empfangenen rückreflektierten Signale werden verwendet, um den Zustand der drahtgebundenen Schleife oder Fernsprechleitung zu ermitteln.

Ein Vergleich des übertragenen Prüfsignals mit den empfangenen rückgerichteten Signalen kann dazu benutzt werden, den Einfluß auf das Signal aufgrund von offenen Leitungen, Kurzschlüssen, Erdschlüssen und/oder Lastspulen zu charakterisieren. Zustandsänderungen der Leitung können detektiert werden, indem man die gerade erzeugten Daten mit Daten vergleicht, die vorher gewonnen wurden, als man wußte, daß die drahtgebundene Schleife keine Fehler enthält.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigen:

- Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild eines Netzwerkes, das eine Kanaleinheit zeigt, die eine Gabelschaltung, einen Analog-Digital-Wandler und eine Netzwerknachbildung enthält, die zwischen einer digitalen Übertragungsleitung und einer drahtgebundenen Schleife zwischengeschaltet ist,
- Fig. 2 eine graphische Darstellung der Prüfsignale,
- Fig. 3 eine graphische Darstellung von Prüfungen einer drahtgebundenen Schleife und
- Fig. 4 eine weitere graphische Darstellung von Prüfungen einer drahtgebundenen Schleife.

### Detaillierte Beschreibung

Unter Bezugnahme auf Fig. 1 ist ein schematisches Blockschaltbild eines Netzwerkes mit einer Kanaleinheit 20 dargestellt, die sich normalerweise in einem Zentralamt befindet und zwischen einem digitalen Übertragungsweg 22 und einer drahtgebundenen Schleife oder einer Fernsprechleitung 24 geschaltet ist.

Der digitale Übertragungsweg 22 kann zwei separate Wege enthalten, und zwar einen Weg 26 zur Übertragung von Informationen über die Kanaleinheit 20 zu der zweiadrigen Fernsprechleitung 24 und einen anderen Weg 28 zum Empfang von Informationen von der zweiadrigen Fernsprechleitung 24 über die Kanaleinheit 20.

Die Kanaleinheit 20 weist eine Gabelschaltung 30 auf, die die zweiadrige Fernsprechleitung 24 an den Sende- oder Übertragungsweg 26 und den Empfangsweg 28 des digitalen Übertragungsweges 22 anschaltet.

Ein Analog-Digital-Wandler 32, der zwischen die Gabelschaltung 30 und den Sendeweg 26 geschaltet ist, wandelt ankommende digitale Signale auf dem Sendeweg 26 in eine analoge Form zur Übertragung zu der drahtgebundenen Fernsprechleitung 24 um. Ein weiterer Analog-Digital-Wandler 34 ist zwischen der Hybridschaltung 30 und dem

Empfangsweg 28 geschaltet, um abgehende analoge Signale auf der drahtgebundenen Fernsprechleitung 24 in eine digitale Form zur Übertragung über den Empfangspfad 28 umzuwandeln. Es sei angemerkt, daß die Wandler als Analog-Digital-Wandler bezeichnet werden, ungeachtet dessen, ob sie benutzt werden, um analoge Signale in digitale Form oder digitale Signale in eine analoge Form umzuwandeln. Der Analog-Digital-Wandler erzeugt dann, wenn ein empfangenes Digitalsignal in sein analoges Äquivalent umgewandelt wird, eine analoges Signal, welches eine besondere Frequenz und Amplitude für ein vorbestimmtes Zeitintervall besitzt. Beim Übergang von einem empfangenen Analogsignal zu dem digitalen Signaläquivalent erzeugt der Analog-Digital-Wandler ein digitales Signal, das dann die Frequenz, Amplitude und Dauer des empfangenen analogen Signals darstellt. Eine Netzwerknachbildung 36, die in der Gabelschaltung angeordnet ist, hilft, Echosignale zu unterdrücken.

Die Kanaleinheit kann sich normalerweise in einem Zentralamt oder in einem entfernten Endgerät eines Teilnehmermultiplexsystems befinden. Der Empfangsweg 26 und der Sendeweg 28 als Teil eines digitalen Netzwerkes können zu einem weiteren Zentralamt geleitet werden, das eine Vermittlungseinrichtung enthält, z.B. eine 5ESS, die benutzt werden kann, um einen Übertragungsweg zwischen einem Teilnehmer an dem fernen Ende der drahtgebundenen Teilnehmerleitung 24 zu einem entfernten Teilnehmer aufzubauen, der sich am fernen Ende der digitalen Übertragungsleitung 22 befindet. Häufig muß die drahtgebundene Fernsprechleitung 24 auf Kurzschlüsse, offene Leitungen, Erdschlüsse und/oder Lastspulen geprüft werden. Ein bekanntes Verfahren zum Prüfen einer drahtgebundenen Fernsprechleitung besteht darin, eine Fachkraft in ein Zentralamt zu schicken, welches die Kanaleinheit für die drahtgebundene Fernsprechleitung enthält, die zu überprüfen ist. Die Fachkraft lokalisiert

die gewünschte drahtgebundene Fernsprechleitung, verbindet physikalisch das erforderliche Prüfgerät mit der drahtgebundenen Fernsprechleitung und führt anschließend die erforderlichen Prüfungen durch, um den Zustand der Fernsprechleitung festzustellen.

Um das Prüfen drahtgebundener Fernsprechleitungen zu beschleunigen, ist eine Vorrichtung entwickelt worden, die eine mechanisierte Fernsprechleitungsprüfung bereitstellt, welche ein örtliches, metallisches Zugangsport oder eine Host-Fernsprechvermittlung benutzt, wie sie in der US-PS 4 641 299 beschrieben ist. Wenn die Entfernung zwischen einer Host-Fernsprechvermittlung und den Enden von Fernsprechleitungen, die einen Dienst bereitstellen, einen Impedanz-Schwellenwert überschreiten, wird die Vorrichtung zum Prüfen der Fernsprechleitungen entfernt von der Host-Fernsprechvermittlung angeordnet. Die Prüfvorrichtung kann in der Hostvermittlung oder entfernt von der Host-Fernvermittlung angeordnet werden.

Die Prüfvorrichtung, die entfernt von der Host-Vermittlung angeordnet ist, erhält Zugang zu den Fernsprechleitungen, die mit der Fernvermittlung verbunden sind, unter Verwendung von zwei Additivkreisen: Ein Additivkreis ist in der Fernvermittlung und der andere in der Hostvermittlung angeordnet. Die Additivkreise übertragen Signale zwischen der entfernt angeordneten Prüfvorrichtung und einer Nicht-Prüf-Verbindungsleitung in der Host-Vermittlung, um eine Verbindung zwischen der Prüfausrüstung und den Fernsprechleitungen aufzubauen.

Bei der hier beschriebenen Erfindung kann eine Fernsprechleitung oder Schleife von einem entfernten Ort aus geprüft werden, ohne daß der Einsatz einer Host-Vermittlung oder von Standleitungen erforderlich ist, um einen drahtgebundenen Weg zwischen der Prüfausrüstung und der drahtgebundenen Fernsprechleitung bereitzustellen. Bei unserer Erfindung ist ein direkter drahtgebundener Weg

zwischen der Prüfausrüstung und der drahtgebundenen Fernsprechleitung nicht erforderlich.

Wir kehren nun zu Fig. 1 zurück. Die Prüfausrüstung 40 ist mit einem Sende- und Empfangsweg 42, 44 eines digitalen Netzwerkes 46 verbunden. Das digitale Netzwerk kann entweder unmittelbar oder über einen SESS-Vermittlungstyp an den Sendeweg 26 und den Empfangsweg 28 angeschlossen sein. Wie vorher geschildert, sind der Sendeweg 26 und der Empfangsweg 28 über eine Kanaleinheit 20 und eine drahtgebundene Teilnehmerleitung 24 mit dem Gelände oder Gebäude eines Teilnehmers verbunden. Insbesondere kann die Prüfausrüstung Zeitlagen senden und empfangen, die über ein beliebiges digitales Netzwerk in Zeitschlitz der Kanalbank abgebildet werden können, die der drahtgebundenen Ziel-Fernsprechleitung zugeordnet sind.

Die Testausrüstung 40 ist zum Senden eines Signals in digitaler Form ausgebildet, welches die zu prüfende drahtgebundene Fernsprechleitung identifiziert. Dies kann einfach dadurch geschehen, daß man den Teilnehmer identifiziert, der mit der drahtgebundenen Fernsprechleitung 24 verbunden ist. Nachdem ein Übertragungsweg zwischen der Prüfausrüstung und der drahtgebundenen Fernsprechleitung, die zu prüfen ist, aufgebaut worden ist, wird ein digitales Prüfsignal, welches ein analoges Signal mit einer vorgewählten Frequenz und Amplitude für eine vorbestimmte Dauer darstellt, von der Prüfausrüstung übertragen.

Um die drahtgebundene Fernsprechleitung zu prüfen, wird das digitale Prüfsignal von der Prüfausrüstung 40 an die Sendeleitung 42 angelegt und über den aufgebauten Weg über das digitale Netzwerk 46 und das Zentralamt 20 zu der drahtgebundenen Fernsprechleitung 24 übertragen. Im Zentralamt 20 wird das vom Analog-Digital-Wandler 32 empfangene Digitalsignal in ein analoges Signal mit einer vorgewählten Frequenz und Amplitude für eine vorbestimmte Zeitdauer umgesetzt. Das analoge Signal durchläuft die



Gabelschaltung 30 und wird über die drahtgebundene Fernsprechleitung 24 übertragen. Wenn das analoge Signal von der Gabelschaltung über die drahtgebundene Fernsprechleitung zu dem Gelände oder Gebäude des Teilnehmers übertragen wird, kann es offene Leitungen, Kurzschlüsse, Erdschlüsse und/oder Lastspulen antreffen. Jedes Mal, wenn eine offene Leitung, ein Kurzschluß, ein Erdschluß und/oder eine Lastspule angetroffen wird, wird ein Teil des analogen Signals auf der drahtgebundenen Fernsprechleitung zur Gabelschaltung 30 rückreflektiert.

Das rückreflektierte Signal läuft von der offenen Leitung, dem Kurzschluß, dem Erdschluß und/oder der Lastspule, die es antrifft, zurück. Es wird dabei über die drahtgebundene Leitung 24 zurück zur Gabelschaltung 30 und anschließend über den Analog-Digital-Wandler 34 und das digitale Netzwerk zur Prüfausrüstung 46 übertragen. Insbesondere wird das rückreflektierte Signal während des Prüfzugriffs über den aufgebauten Stromkreis zurückübertragen. Der Analog-Digital-Wandler setzt das analoge Signal in sein digitales Äquivalent um. Insbesondere besitzt das rückreflektierte Signal eine Vorzugsfrequenz, die mit der Frequenz des ursprünglichen Signals übereinstimmt. Allerdings unterscheiden sich die Amplitude und Phase des rückreflektierten Signals von der Amplitude und der Phase des ursprünglichen Prüfsignals. Während der Prüfprozedur wird auch ein Teil des ursprünglichen analogen Prüfsignals von der Netzwerknachbildung 36 empfangen, die sich in der Gabelschaltung 30 befindet. Die Netzwerknachbildung, die zur Echounterdrückung benutzt wird, unterdrückt das rückreflektierte Signal nicht vollständig. Daher wird ein Teil des rückreflektierten Signals von dem Analog-Digital-Wandler empfangen, wo es in sein digitales Äquivalent umgesetzt wird. Das rückreflektierte Signal in digitaler Form wird über das digitale Netzwerk zur Prüfausrüstung übertragen.

Das ursprüngliche übertragene Signal kann dargestellt werden als

$$T = A \sin \omega t$$

wobei A die Amplitude des übertragenen Signals ist,  $\omega$  die Frequenz des übertragenen Signals ist und t die Zeit ist, während der das Signal übertragen wird.

Das rückreflektierte Signal, welches empfangen wird, kann dargestellt werden als:

$$R = B \sin (\omega t + \theta)$$

das auch dargestellt werden kann als

$$B (\sin(\omega t) \cos(\theta) + \cos(\omega t + \theta) \sin \theta)$$

wobei B die Amplitude des rückreflektierten Signals ist,  $\omega$  die Frequenz des rückreflektierten Signals ist, t die Zeit ist, zu der das Signal empfangen wird, und  $\theta$  die Phasendifferenz ist.

Nunmehr wird das empfangene Signal synchron demoduliert, indem das empfangene Signal  $[B \sin \omega t + \theta]$  mit dem gesendeten Signal  $[A \sin \omega t]$  und seiner Quadraturkomponente  $[A \cos \omega t]$  multipliziert wird, wobei die Ergebnisse tiefpaßgefiltert werden (um die Gleichstromkomponente zu isolieren), um X und Y, wie unten dargestellt, bereitzustellen.

$$(\text{Tiefpaßfilter}) A (\sin \omega t) (R) = B \sin \theta$$

wobei B die Amplitude des empfangenen Signals bezüglich des ursprünglichen Signals ist und

$\sin \theta$  die Phase des empfangenen Signals bezüglich des ursprünglichen Signals ist und

$$(\text{Tiefpaßfilter}) (A \cos \omega t) (R) = B \cos \theta$$

wobei B die Amplitude des empfangenen Signals ist und  $\cos \theta$  die Phase des empfangenen Signals bezüglich des ursprünglichen Signals ist.

Um nunmehr B (die Amplitude) von  $\theta$  (die Phase) zu trennen, wird die folgende Beziehung verwendet:

$$X^2 + Y^2 = B^2$$

wobei B die Amplitude ist,

$X/B = \sin \theta$  und

$$Y/B = \cos \theta .$$

Nunmehr ist die Amplitude B unabhängig von der Verzögerung, wobei die Phase  $\theta$  von der Transit- oder Durchgangsverzögerung des Signals durch das digitale Netzwerk und durch das analoge Netzwerk ist, die die Verzögerung durch die Hybridschaltung und den Analog-Digital-Wandler enthält. Anmerkung: Die Verzögerung hängt nicht von der Frequenz des Signals ab, aber sie trägt zu der Phase einen linearen Frequenzterm bei, da die Verzögerung die Ableitung der Phase bezüglich der Frequenz ist.

Daher kann gesagt werden, daß  $\theta$  eine Konstante, multipliziert mit der Frequenz plus einen Faktor, der bezüglich der Frequenz nicht linear ist.

Es sei angemerkt, daß die Konstante die Verzögerung enthält, da die Verzögerung unabhängig von der Frequenz ist.

Der lineare Phasenbeitrag existiert in der zweiten Differenz nicht. Daher werden beim Entwerfen der Prüfung um Differenzen zweiter (und höherer) Ordnung die Verzögerungseinflüsse beseitigt, und die Prüfung ist vom Zugriffspunkt unabhängig.

Vor der Prüfung einer drahtgebundenen Fernsprechleitung auf offene Leitungen, Kurzschlüsse, Erdschlüsse und/oder das Vorhandensein von Lastspulen hin kann eine Benchmark-Messung oder Bewertungsmessung ausgeführt werden. Daher erfolgt bei der Installation der drahtgebundenen Fernsprechleitung oder etwas später eine Prüfung des Stromkreises, und die Ergebnisse werden registriert. Wenn die Benchmark-Prüfung ausgeführt wird, sollte der Abschluß des Stromkreises beachtet werden. Beispielsweise kann der Abschluß ein Aushängen (offener Zustand) sein, wenn das Endgerät ein Telefon ist.

Die Benchmark-Prüfung kann unter Verwendung einer Folge von einzelnen Frequenztönen ausgeführt werden. Unter Bezugnahme auf Fig. 2 wird eine Folge von Tönen

(beispielsweise 64 verschiedene Frequenzen), die bei einer Frequenz von 200 Hz beginnen und sich bis 3400 Hz erstrecken, wobei jeder Ton eine Dauer von einer Sekunde und eine besondere Amplitude besitzt, von der Prüfausrüstung 40 in digitaler Form übertragen. Die Signale werden in eine analoge Form von dem Analog-Digital-Wandler 32 umgesetzt und über die drahtgebundene Fernsprechleitung 24 übertragen. Rückreflexionen oder Teilreflexionen der Folge von Tönen bei der Übertragung über die drahtgebundene Fernsprechleitung werden von einem Analog-Digital-Wandler 34 in eine digitale Form umgesetzt, wobei die rückreflektierte Information zur späteren Verwendung und Bezugnahme aufgezeichnet wird. Aufgrund der Benchmark-Prüfung werden wiederum alle zukünftigen Prüfungen verglichen, um festzustellen, ob Fehler in der drahtgebundenen Fernsprechleitung vorhanden sind oder nicht.

Um nunmehr eine drahtgebundene Fernsprechleitung zu prüfen, wird die gleiche Folge von Tönen digital erzeugt, in ihr analoges Äquivalent durch den Analog-Digital-Wandler umgesetzt und über die drahtgebundene Fernsprechleitung geschickt. Die rückreflektierte Information wird verarbeitet und aufgezeichnet. Ein Vergleich der vor kurzem empfangenen Prüfergebnisse mit den Benchmark-Ergebnissen weist auf die Existenz von offenen Leitungen, Kurzschlüssen und Erdschlüssen hin.

Natürlich können Signale der Prüfausrüstung durch Darstellung eines analogen Signals in digitaler Form ein digitales Netzwerk frei durchlaufen. Die Signale werden nicht durch das Übertragungsmedium beeinflusst, unabhängig davon, ob es sich um Glasfaser, T1-Träger oder dergleichen handelt, und die Signale werden auch nicht durch Multiplexieren, Demultiplexieren und dergleichen beeinflusst. Daher ist für analoge Signale, die digital darstellbar sind, die digitale Übertragung von der Prüfausrüstung zur Kanaleinheit und zurück verlustärmer und

nicht dispersiv, da lediglich die augenblicklichen Signalwerte und nicht die Signale selbst übertragen werden.

Unter Bezugnahme auf Fig. 3 ist eine graphische Darstellung einer Prüfung einer drahtgebundenen Fernsprechleitung gezeigt. Die obere Kurve stellt einen offenen Stromkreis oder eine Leitungsunterbrechung zwischen der A- und B-Ader dar, wobei die unmittelbar darunter liegende Kurve einen Kurzschluß zwischen der A-Ader und Erde darstellt. Die dritte Kurve von oben erhält man, wenn die drahtgebundene Fernsprechleitung mit 900 Ohm und  $2.15 \mu\text{f}$  abgeschlossen ist. Die untere Kurve stellt einen A-B-Ader-Kurzschluß dar.

Fig. 4 ist eine graphische Darstellung einer drahtgebundenen Fernsprechleitung mit Lastspulen. Der scharfe Abfall bei etwa 1000 Hz ist charakteristisch für die Anwesenheit einer Lastspule in einer drahtgebundenen Fernsprechleitung. Das empfangene Signal kann verarbeitet werden, um das Residuum in dem rückreflektierten Signal zu identifizieren, das in dem scharfen Abfall offensichtlich ist. Das Identifizieren eines oder mehrerer derartiger Residuen ist bezeichnend für eine Lastspuldetektion.

89 311 909.9

Patentansprüche

1.    Prüfvorrichtung mit  
einer zweiadrigen Fernsprechleitung (24) zur Übertragung analoger Signale, bei der ein Ende an eine Kanaleinheit (20) und das andere Ende an eine Teilnehmerausrüstung angeschlossen ist,  
gekennzeichnet durch  
einen digitalen Übertragungsweg (22) zur Übertragung von Signalen in digitaler Form zu und von der Kanaleinheit, die eine Gabelschaltung (30) zur Ankopplung der zweiadrigen Fernsprechleitung an den digitalen Übertragungsweg besitzt, Analog-Digital-Wandler (32, 34), die analoge, von der zweiadrigen Fernsprechleitung zum digitalen Übertragungsweg laufende Signale in Digitalform und digitale, vom digitalen Übertragungsweg zur zweiadrigen Fernsprechleitung laufende Signale in Analogform umwandeln, und  
eine an den digitalen Übertragungsweg angekoppelte Prüfausrüstung (40), die einen Prüfgenerator (in 40) zur Erzeugung eines digitalen Prüfsignals aufweist, das durch den Analog-Digital-Wandler (32) in ein analoges Signal mit einer vorgewählten Frequenz und Amplitude für ein vorbestimmtes Zeitintervall beim Durchlaufen eines hergestellten Übertragungsweges aufweist,  
ferner eine Empfangseinrichtung (in 40) zum Empfang des digitalen Äquivalenz-analoger, rückreflektierter Signale, die durch das analoge Prüfsignal beim Antreffen von Diskontinuitäten bei seiner Übertragung zum Ende der zweiadrigen Fernsprechleitung zur Anschlußausrüstung erzeugt und über den hergestellten Übertragungsweg zurück zur Prüfausrüstung (40) gegeben werden, und eine Verarbeitungseinrichtung (in 40), die die Änderungen der Amplitude und Phase aufgrund der angetroffenen

Diskontinuität, gesehen über die Gabelschaltung, feststellt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Prüfgenerator (in 40) der Prüfausrüstung (40) ein Prüfsignal mit einer Frequenz bis zu 200 Hz und 4000 Hz für ein angegebenes Zeitintervall mit einer vorbestimmten Amplitude erzeugt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, bei der das Prüfsignal aus einer Folge unterschiedlicher Frequenzen mit je vorbestimmter Dauer und angegebener Amplitude besteht.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, bei der die Folge unterschiedlicher Frequenzen bis zu 30 diskrete Frequenzen enthält.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3, bei der die Folge unterschiedlicher Frequenzen bis zu 64 diskrete Frequenzen enthält, die im wesentlichen gleichen Abstand besitzen, wobei jede diskrete Frequenz eine vorgewählte Dauer besitzt, die sich einer Sekunde nähern kann.

6. Verfahren zur Prüfung einer zweiadrigen Fernsprechleitung (24), gekennzeichnet durch die Schritte:  
Herstellen eines Übertragungsweges über einen digitalen Netzwerkweg mit Wandlern (32, 34), die digitale in analoge Signale und analoge in digitale Signale umwandeln, und über eine Gabelschaltung (30) zur Ankopplung eines digitalen Übertragungsweges an die zweiadrige Fernsprechleitung, Aussenden eines digitalen Signals, das ein analoges Signal mit einer vorgewählten Frequenz und Amplitude für ein

vorbestimmtes Zeitintervall darstellt, über den digitalen Übertragungsweg zu der Fernsprechleitung, Empfangen des digitalen Äquivalents analoger, rückreflektierter Signale, die sich aus dem analogen Prüfsignal beim Antreffen von Diskontinuitäten bei seiner Übertragung über die Fernsprechleitung ergeben, und Erzeugen eines Prüfergebnisses aus dem empfangenen Signal durch Feststellen der Amplituden- und Phasenänderungen des empfangenen Signals, die aufgrund der angetroffenen Diskontinuitäten, gesehen über die Gabelschaltung, entstehen.

7. Verfahren nach Anspruch 6,  
mit dem Schritt:

Vergleichen des erhaltenen Prüfergebnisses mit einem Prüfergebnis, das dann gewonnen wird, wenn die Fernsprechleitung in bekannter Weise frei von Fehlern ist.



FIG. 1

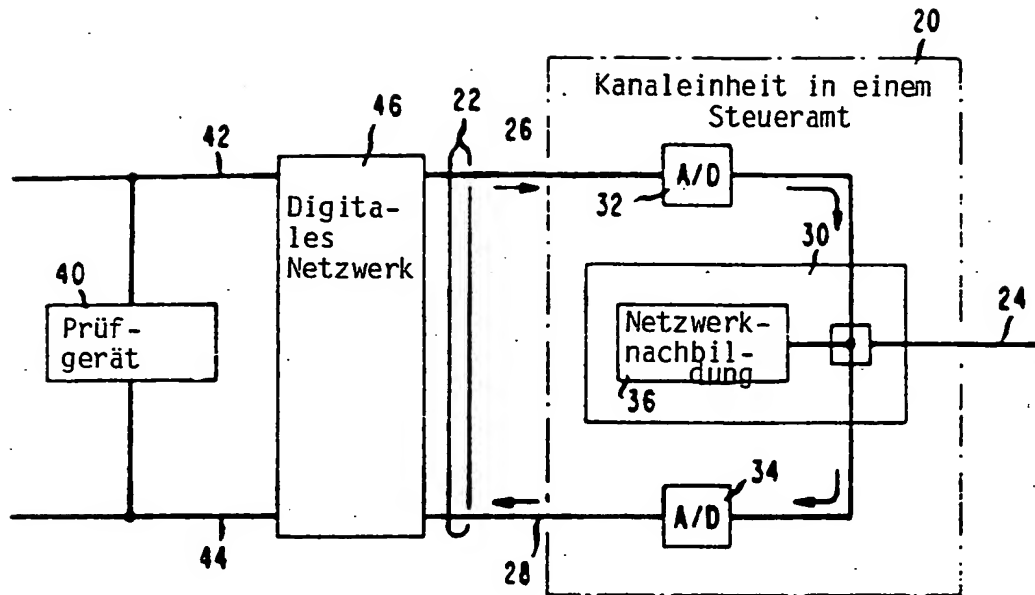


FIG. 2

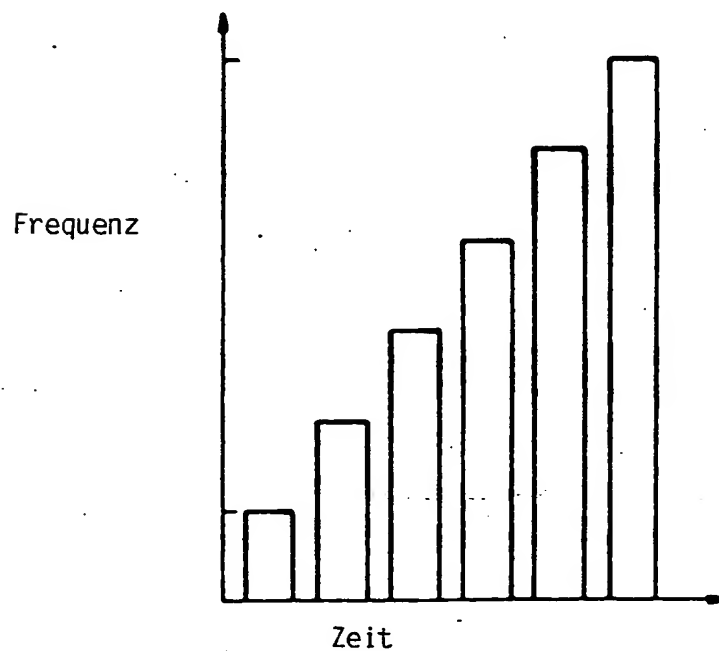


FIG. 3

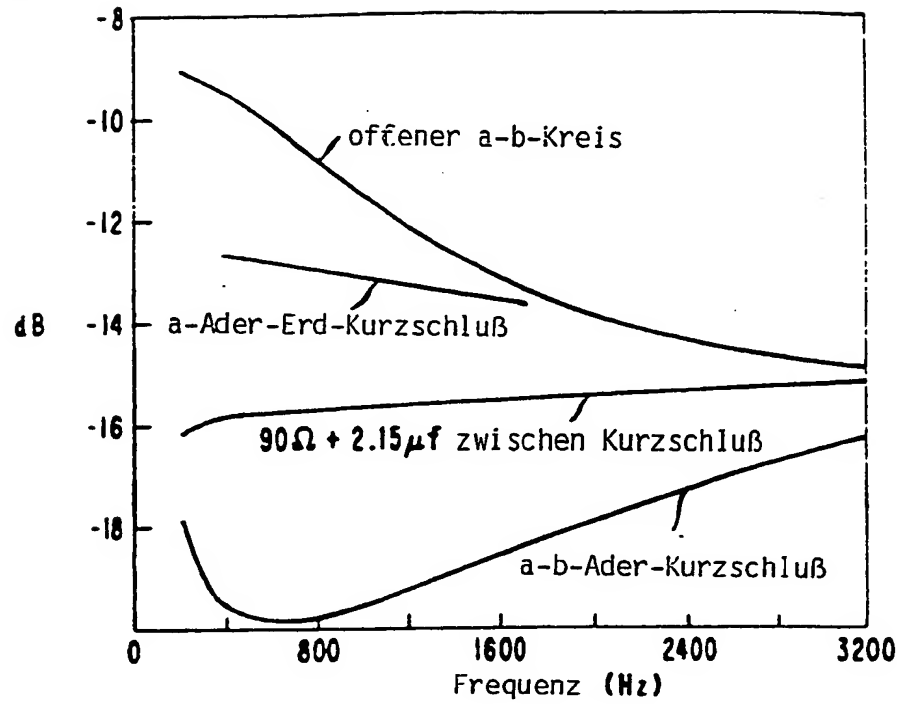


FIG. 4

